Röntgenographische Bestimmungsmethoden und Untersuchung der Bleispießglanze

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

genehmigt

von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät

der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

von

Johannes-Erich Hiller

aus Berlin

Tag der Promotion: 1. November 1938

Tag der mündlichen Prüfung: 22. Juni 1938

1938

DRUCK DER AUGUST PRIES GMBH IN LEIPZIG

N 74

Referenten: Prof. Dr. Ramdohr

Prof. Dr. Tiede

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Diese Arbeit erschien gleichzeitig in Z. Kristallogr. (A), Bd. 100, Heft 2

Printed in Germany

Röntgenographische Bestimmungsmethoden und Untersuchung der Bleispießglanze

Von

Johannes-Erich Hiller

Röntgenographische Bestimmungsmethoden und Untersuchung der Bleispießglanze.

Von J. E. Hiller, Berlin.

Übersicht.

1. Zielsetzung 128
2. Bisherige Ansichten über die Bleispießglanze 129
3. Mineralogische Bemerkungen zu dem benutzten Material 132
4. Die Herstellung und Auswertung der Röntgendiagramme 134
5. Die Röntgendiagramme 136
6. Beschreibung der Filme 151
7. Ergebnisse und Systematik der Bleispießglanze 152
8. Zusammenfassung 154
9. Literaturangaben 155

1. Zielsetzung.

Zu den Mineraliengruppen, bei denen noch große Unklarheiten über chemische Zusammensetzung und Kristallographie der einzelnen Glieder herrschen, ja zum Teil sogar darüber, ob man sie überhaupt als selbständige Gruppen werten darf, gehört die der Bleisulfosalze. Die Verhältnisse ihrer wichtigsten Untergruppe, der Bleispießglanze oder Bleiantimonsulfosalze, zu klären, soll der Gegenstand der folgenden Abhandlung sein. Aus der bereits vorliegenden Literatur über die einzelnen Bleispießglanze erkennt man deutlich die mannigfaltigen Schwierigkeiten, die an den vielen herrschenden Unklarheiten schuld sind. Ein großes Hindernis unter anderen für eine restlose Aufklärung war bei dieser Arbeit, daß geeignetes Material oder in manchen Fällen auch nur wohl definiertes Material schwer oder gar nicht zu beschaffen war. Es mußte deshalb von vornherein auf Vollständigkeit leider verzichtet werden. Daher habe ich es in erster Linie als meine Aufgabe betrachtet, an den häufigeren Mineralien der Bleiantimonsulfosalze die bereits vorliegenden Angaben zu prüfen und zu vervollständigen, und habe zu diesem Zwecke Pulveraufnahmen nach dem Debye-Scherrer-Verfahren angefertigt — nicht weil ich Schlüsse auf den strukturellen Bau der bearbeiteten Stoffe ziehen wollte, sondern um in dem Röntgendiagramm ein eindeutiges, charakteristisches Merkmal für die einzelnen Mineralien zu erhalten. Die Wiedergabe der Auswertungsergebnisse und die Beschreibung der für die verschiedenen Filme typischen Linienverteilung soll dem Praktiker die Möglichkeit geben, Debye-Scherrer-Aufnahmen als Unterscheidungs- und Bestimmungsmerkmal zu benutzen.

Ich glaube, daß diese Methode nicht nur für rein wissenschaftliche Zwecke brauchbar ist, sondern daß sie auch dem Berg- und Hüttenmann für die Kenntnis des Mineralbestandes wichtig ist wegen des verschiedenartigen Verhaltens einzelner Bleispießglanze bei der Aufbereitung mittels des Schaumschwimmverfahrens. In allen den Fällen, in denen das Studium des Polieranschliffs im Opakmikroskop keine eindeutige Auskunft mehr gibt, genügt es, eine kleine Probe aus dem Anschliff zu entnehmen und davon Pulveraufnahmen zu machen. Man weiß dann genau, welches Mineral vorliegt. Gab die serienweise Herstellung von Röntgendiagrammen — es wurden zu dieser Arbeit annähernd 100 Aufnahmen gemacht — Auskunft über Identität oder Verschiedenheit zweier Mineralien, so konnten aus der Auswertung und Indizierung der Filme außerdem einige exakte Erkenntnisse über Kristallsystem, Formel, Gitterkonstanten und Achsenverhältnisse der untersuchten Stoffe gewonnen werden. Auf eine Untersuchung der Frage, ob es noch mehr Bleispießglanze als die in der Literatur beschriebenen gibt, wurde vorläufig verzichtet. Anzeichen, die diese Vermutung rechtfertigen, wurden jedoch beobachtet.

2. Bisherige Ansichten über die Bleispießglanze.

Die Bleispießglanze sind Verbindungen der Elemente Blei, Antimon und Schwefel, die in der verschiedensten Konzentration sich verbinden können und auch in mannigfaltigen Verbindungen als Mineralien gefunden werden. Der Name rührt von der morphologischen Ähnlichkeit mit dem Grauspießglanz, dem Antimonglanz, her. Über die Art und die Existenz der einzelnen Verbindungen gehen die Angaben weit auseinander. Bei Hoffmann sind vierzehn angegeben, Niggli (Lehrbuch II, S. 11) gibt elf an, ebensoviel Doelter, aber es sind nicht dieselben, im Lehrbuch Ramdohr-Klockmann (S. 356ff.) sind neun aufgeführt, während einige der bei den anderen Autoren genannten bereits im Verzeichnis der veralteten und überflüssigen Mineralnamen Aufnahme gefunden haben. Im Handbuch von Hintze sind die dem damaligen Stande der Wissenschaft entsprechenden aufgeführt.

Alle hierher gehörenden Mineralien sind Verbindungen des Typus $xPbS \cdot ySb_2S_3$, d. h. in dem ternären System $PbSbS$ liegen sie auf dem binären Schnitt, den man durch die Glieder PbS und Sb_2S_3 legen kann (s. Fig. 1).

In der folgenden Übersichtstabelle sind nun die bisher beschriebenen Verbindungen mit den chemischen Formeln zusammengestellt.

Die erste Abteilung dieser Aufstellung entspricht der Anordnung, die von Kraus und Goldsberry (10) vorgeschlagen wurde. Die damals alle als rhombisch geltenden Sulfosalze dieser Gruppe sollten Formeln nach dem Muster $M^{\mathrm{I}}_x R^{\mathrm{III}}_2 S_y$ haben, wobei $y = \frac{x}{2} + 3$ ist. Es wurde eine durchgehende Reihe von reinem Antimonglanz bis zu reinem Bleiglanz angenommen mit eventuellen Gliedern zwischen Kilbrickenit und Bleiglanz. Eine Stütze dieser Annahme war das stetig steigende spezifische Gewicht von Antimonglanz 4,6—Bleiglanz 7,2. Nach neuerer Ansicht ist jedoch der Kilbrickenit kein besonderes Mineral, sondern mit dem Geokronit

Nr.	Formel	Name	Molekulargewicht
1.	$1PbS \cdot 1Sb_2S_3$	Zinckenit	579,00
2.	$2PbS \cdot 1Sb_2S_3$	Jamesonit	818,27
3.	$3PbS \cdot 1Sb_2S_3$	Boulangerit	1057,54
4.	$4PbS \cdot 1Sb_2S_3$	Meneghinit	1296,81
5.	$5PbS \cdot 1Sb_2S_3$	Geokronit	1556,08
6.	$6PbS \cdot 1Sb_2S_3$	Kilbrickenit	1795,36
7.	$3PbS \cdot 2Sb_2S_3$	Warrenit	1397,27
8.	$5PbS \cdot 2Sb_2S_3$	Boulangerit	1875,81
9.	$2PbS \cdot 3Sb_2S_3$	Keeleyit	1497,73
10.	$7PbS \cdot 3Sb_2S_3$	Semseyit	2694,08
11.	$10PbS \cdot 3Sb_2S_3$	Embrithrit	3411,89
12.	$23PbS \cdot 3Sb_2S_3$	Quirogit	6522,40
13.	$3PbS \cdot 4Sb_2S_3$	Fülöppit	2076,73
14.	$5PbS \cdot 4Sb_2S_3$	Plagionit	2555,27
15.	$7PbS \cdot 4Sb_2S_3$	Heteromorphit	3033,81
16.	$9PbS \cdot 4Sb_2S_3$	Semseyit	3512,35

identisch. Ferner war die Formel Nr. 3 des Boulangerits nicht mit dem Volumen der bei der Indizierung des Filmes gefundenen Elementarzelle in Einklang zu bringen, während die Formel Nr. 8 einen passenden Wert für die Zahl der Moleküle in der Elementarzelle ergab. Der Epiboulangerit Webskys (11) ist in der Tabelle nicht mit aufgeführt, da er sich schon längst als mit Boulangerit identisch erwiesen hat.

In der zweiten Gruppe ist der Warrenit (Eakins) oder Domingit (Groth) ein fragwürdiges Mineral. Spencer (12) vereinigt es auf Grund seiner Analysen-

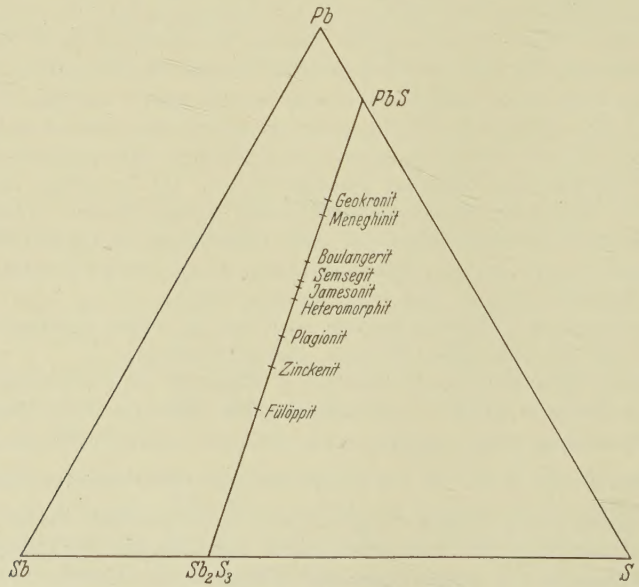

Fig. 1.

berechnungen mit dem Jamesonit. W. T. Schaller (13) spricht ihm überhaupt die Eigenschaft eines einheitlichen Minerals ab und bezeichnet es als ein Gemenge von zwei Teilen Jamesonit und drei Teilen Zinckenit. Diese Fragen wären röntgenographisch leicht zu entscheiden gewesen, wenn ich das nötige Material hierzu hätte erhalten können.

Dasselbe trifft bei den Mineralien der dritten Gruppe für den Keeleyit zu, der von E. T. Wherry (14) für identisch mit Zinckenit erklärt wurde. Ebensowenig konnte aus demselben Grunde über die Formel des Semseyits entschieden werden. Der Embrithrit und der Quirogit gehören nach neueren Anschauungen nicht mehr zu den Bleispießglanzen. Embrithrit ist ein *Pb*-Bournonit und der Quirogit ein verunreinigter Bleiglanz.

Für die Mineralien der vierten Gruppe hat Spencer (12a) eine morphotrope Reihe aufgestellt, der Finály und Koch den Fülöppit angegliedert haben.

Name	Formel	oder Formel	$a:b:c$	β	Autor
1. Fülöppit	$2PbS \cdot 3Sb_2S_3$	$3PbS \cdot 4Sb_2S_3$	1,1087 : 1 : 0,7011	85°15,5′	Finály (15)
2. Plagionit	$9PbS \cdot 7Sb_2S_3$	$5PbS \cdot 4Sb_2S_3$	1,1305 : 1 : 0,8422	72°45′	Zambonini (16)
3. Heteromorphit	$11PbS \cdot 6Sb_2S_3$	$7PbS \cdot 4Sb_2S_3$	—	—	
4. Semseyit	$21PbS \cdot 10Sb_2S_3$	$9PbS \cdot 4Sb_2S_3$	1,1356 : 1 : 1,0218	74°14′	Smith (17)

Den Heteromorphit erkennt Zambonini (16) nicht als besonderes Mineral an, sondern hält ihn für einen Mischkristall der Reihe Plagionit—Semseyit. Nach meinen Untersuchungen erscheint diese Annahme verfehlt. Der Heteromorphit gibt ein vom Plagionit durchaus verschiedenes Röntgendiagramm, und Zwischenglieder zwischen Heteromorphit und Plagionit wurden nicht beobachtet.

Ein Mineral habe ich in der Übersicht ausgelassen, das in fast allen Hand- und Lehrbüchern aufgeführt wird: das Federerz oder Plumosit. Es handelt sich dabei um die ganz feinen Nadeln von Mineralien, die bei einiger Länge vielfach verschränkte lose Massen bilden, bei kürzerer Ausbildung aber watteartig bis filzartig zusammengewachsen sind. Spencer (12) und andere haben über den Chemismus und die Formel des Plumosits gearbeitet. Spencer erkannte ihm schließlich die Formel $Pb_2Sb_2S_5$ zu, die ich als passende Jamesonitformel fand. Dagegen konnte ich den Plumosit röntgenographisch nicht als besonderes Mineral feststellen. Die Debye-Scherrer-Diagramme waren immer solche von Antimonit, Heteromorphit, Jamesonit und einmal Bleiglanz. In der folgenden Tabelle seien die Ergebnisse aufgeführt:

Nr.	Fundort	festgestelltes Mineral
594	Wolfsberg	Antimonit
601	Felsöbanya	Antimonit
609	Porvenir	Antimonit
616	Harzgerode	Heteromorphit
619	Wolfsberg I	Jamesonit
630	Wolfsberg II	Heteromorphit
623/644	Andreasberg	Bleiglanz
647	Wolfsberg (Handstück)	Heteromorphit
649	Kapnik	Jamesonit

3. Mineralogische Bemerkungen zu dem benutzten Material.

Das zu den vorliegenden Untersuchungen verwandte Material entstammte in der Hauptsache den Sammlungen des hiesigen Instituts. Es wurde bei der Auswahl einerseits darauf Wert gelegt, Stücke zu benutzen, die als Originalmaterial zu publizierten Analysen gedient hatten. Die Sammlungen von C. F. Rammelsberg wurden dabei vielfach mit Erfolg herangezogen. Andererseits wurden aber auch Handstücke verwandt, deren genaue mineralogische Definition zweifelhaft war. Es stellte sich dabei sehr klar heraus, daß die bisherigen Unterscheidungsmethoden zum Teil völlig versagten bei Jamesonit, Heteromorphit, Plagionit usw. Die beiden ersten hatten nie meßbar ausgebildete Kristalle, der Plagionit nur in zwei Fällen. Daß die chemischen Analysen gerade bei diesen Mineralien nicht immer eindeutig zum Ziel führen, zeigen die Angaben in Doelters Handbuch. Dies beruht darauf, daß die derben Erzstücke vielfach innige Gemenge zweier oder mehrerer Mineralien sind. Besonders treten Bleiglanz und Antimonglanz als Mischungskomponenten auf. In solchen Fällen, in denen mir derbe Erzstücke vorlagen, wurde zunächst ein Polieranschliff gemacht und das Material im Opakmikroskop auf seine Homogenität geprüft. Sodann wurde eine Stelle mit möglichst wenig Fremdsubstanz herausgenommen und für die Röntgendiagramme pulverisiert. War das Erz durchgehend so innig verwachsen, daß keine reinen Partien gefunden wurden, so wußte man bei diesem Verfahren jedoch vorher, von welchen Mineralien Fremdlinien zu erwarten waren. Es ergab sich, daß Bleiglanz und Antimonglanz schon bei einem wesentlich geringeren prozentualen Gehalte — zumindest mit den stärksten Linien — auftraten als die viel weniger reflexionsfreudigen Antimonsulfosalze. Fanden sich die Mineralien nicht derb, sondern in Kristallen oder Fasern auf, so war bei den ersteren meist eine Bestimmung durch Winkelmessungen möglich, während die letzteren sich einer Unterscheidung entzogen. Die Angaben über biegsame und spröde Federerze können nur als Annäherungswerte betrachtet werden, da es bei genügender Vorsicht auch gelingt, Jamesonitfasern trotz ihrer basalen Spaltbarkeit zu biegen. Natürlich gibt es Abstufungen der Sprödigkeit — besonders auffällig merkt man dies beim Pulverisieren von Boulangerit, der in der Reibeschale spröde zerspringt, und Jamesonit, der schmiert — aber diese sind als Bestimmungsmerkmale der Nadelaggregate nicht zu gebrauchen. Dagegen war es möglich, Antimonglanznadeln von den Bleispießglanzen zu unterscheiden, wenn man sie mit einer Mischung von Salpeter- und Salzsäure übergoß. Der Antimonglanz löst sich ohne weiteres meist schon kalt, während die Bleimineralien sich mit einer

feinen, weißen Haut von $PbSO_4$ und $PbCl_2$ überziehen (Hintze I_1, S. 1025). Eine sichere Unterscheidung der Bleiantimonsulfosalze ist aber nur mit Hilfe von Debye-Scherrer-Aufnahmen möglich.

Der Zinckenit lag mir in dichten Massen oder als meist rosettenförmig zusammengewachsene Nadelaggregate vor. Die dicken Nadeln zeigten an ihrem Ende den für den Zinckenit typischen sechseckigen Querschnitt, den die pseudohexagonalen Durchkreuzungszwillinge verursachen. Teilweise waren die Nadeln auch stark bunt angelaufen.

Vom Meneghinit hatte ich Material von dem Hauptfundort, der Grube Bottino in Toscana. Das Mineral war mit Quarz, Kupferkies und Siderit vergesellschaftet und bestand aus einzelnen dünnen Nadeln, die parallel der Nadelachse gestreift waren. Ferner hatte ich von demselben Fundort einzelne mehr kurzsäulig ausgebildete Kristalle, an denen Winkel der Prismenzone sehr leicht zu messen waren.

Die Untersuchungen am Geokronit wurden an Stücken der klassischen Vorkommen von Sala und Falun in Schweden angestellt. Das Erz von Falun war dicht und feinkörnig, während bei dem von Sala die dichte Masse aus parallel eng verwachsenen Fasern bestand. Es gelang, eine solche Faser zu isolieren und für eine Drehaufnahme zu benutzen, sonst konnten keinerlei kristallographische Beobachtungen an dem Material gemacht werden.

Beim Boulangerit wurde darauf Wert gelegt, eine möglichst große Anzahl Proben von verschiedener Herkunft zu untersuchen, weil in manchen Fällen die Unterscheidung vom Jamesonit schwierig ist. Die betreffenden Fundorte sind bei den röntgenographischen Tabellen angegeben. Kristalle wurden niemals beobachtet. Von Nasafiells waren sehr faserige Stücke vorhanden, wovon eine Faser zur Anfertigung einer Drehaufnahme verwandt werden konnte. Der Boulangerit von der Joseph-Christians-Zeche in Wolfsberg (Original Zincken-Rammelsberg) ist ganz feinnadlig und federerzartig verfilzt. Doch sind die Massen nicht watteartig weich, wie bei den richtigen »Federerzen«, sondern fest. Die anderen Vorkommen sind alle dicht, von grobkörnig oder leicht faserig bis zu ganz feinkörnigen Stücken in Oberlahr.

Vom Jamesonit wurden die meisten Proben untersucht. Dabei wurden einige Diagramme erhalten, die sich mit keinem der bisher untersuchten Bleispießglanzdiagramme identisch erwiesen. Sie wurden in dieser Arbeit nicht berücksichtigt, weil ein noch viel größeres Untersuchungsmaterial notwendig ist, um zu entscheiden, ob es sich um Gemenge mehrerer Erze oder um noch unbekannte Bleisulfosalze handelt. Erzmikroskopisch war darüber keine sichere Auskunft zu erhalten. Die

Stücke, die das typische Jamesonitdiagramm lieferten, waren von sehr verschiedenem Aussehen. Besonders charakteristisch waren die Erzproben aus Cornwall: dichte parallelfaserige Massen, die häufig doppelfederfahnenartig angeordnet waren. Sie zeigten deutlich die basale Spaltbarkeit scheinbar senkrecht zur Nadelrichtung. Noch dicht verwachsen, aber schon so feinfaserig, daß man ganz dünne Nadeln mit dem Fingernagel abpressen konnte, war das Erz von Kapnik und Nasafiells. Durch die Feinheit der Nadeln war die Spaltbarkeit viel weniger leicht sichtbar. Das Material von Valentia d'Alcantara war kaum noch faserig und leitete über zu dem völlig feinkörnigen von Curtin Davis. Ein völlig anderes Aussehen zeigte ein Stück von Asiento de Araca, das auf der Etikette als rekristallisiert bezeichnet war. Es war grobkörnig und jedes einzelne Korn war aus parallelen Fasern zusammengesetzt, die unter Druck — z. B. in der Reibeschale — auseinandergingen.

Die Federerze sind schon oben beschrieben worden; von ihnen wich nur ein festes stahlgraues Erz ab. Dieses erwies sich im Röntgendiagramm als ein — wohl rekristallisierter — Bleiglanz.

Der Plagionit war in teilweise sehr gut ausgebildeten, ungefähr linsengroßen Kristallen von Veta purissima (Oruro) und Wolfsberg vorhanden. Die Kristalle waren dicktafelig nach (001), und einige hatten auch eine gute Fläche (100). Durch diese beiden Flächen waren die Kristalle für die Drehaufnahme justierbar. Der Plagionit von Arnsberg war derb, und wenn Kristalle erkennbar waren, so waren sie eng miteinander verwachsen.

Abgesehen von den Federerzen lag der Heteromorphit nur in einem Stück vor. Es waren dichte graue Massen von Wolfsberg.

Vom Fülöppit hatte ich nur ein Stück von Nagybanya, das dem Institut von Herrn Dr. Koch aus Budapest liebenswürdigerweise überlassen worden war. Es waren kleine Kristalle, die die Flächen (001), (100) und ($\bar{1}11$) aufwiesen. Sie waren gemeinsam mit Antimonitnadeln auf Bleiglanz aufgewachsen.

4. Die Herstellung und Auswertung der Röntgendiagramme.

Der größte Nachteil der Methode, die Bleispießglanze durch Röntgendiagramme zu identifizieren, ist die Seltenheit wirklich guter Pulveraufnahmen bei Sulfosalzen. Die Pulverpräparate dieser Verbindungen zerstreuen das auffallende Röntgenlicht und erzeugen hierdurch eine starke Allgemeinschwärzung des Films. Um dies zu verhindern, ist eine möglichst kurze Belichtungszeit zu wählen. Die geringe Reflexionsfreudigkeit der Bleiantimonsulfosalze erfordert nun andererseits eine verhältnismäßig lange Belichtungszeit. Auf klare, kräftige Diagramme mußte aus diesen beiden Gründen verzichtet werden; denn entweder wurde kurz belichtet, dann waren

die schwachen Reflexe auf dem Film nicht zu erkennen, oder es wurde länger belichtet, dann verschwanden sie in der Allgemeinschwärzung. Die mittlere Zeit, bei der schwache Reflexe eben noch zu erkennen waren, betrug ungefähr acht Stunden (ein Steinsalzpräparat derselben Art und unter denselben Bedingungen ergab bereits nach drei Stunden Diagramme, auf denen auch die schwachen Linien und β-Linien deutlich zu erkennen waren). Die Allgemeinschwärzung war gleich groß bei Benutzung von *Cu*- und *Fe*-Antikathoden, von Präparaten in Markröhrchen und von solchen, bei denen das Pulver durch Kollodium auf einen Seidenfaden oder ein dünnes Glasstäbchen geklebt worden war. Bei Drehaufnahmen dagegen war die Schwärzung viel geringer, auch die Belichtungszeit konnte hier auf ungefähr fünf Stunden herabgesetzt werden. Deshalb können bei diesen Mineralien nur Einkristallaufnahmen zu eigentlichen Strukturuntersuchungen mit Intensitätsauswertungen herangezogen werden. Für unsere Zwecke, die Identifizierung der Bleispießglanze, waren die Pulveraufnahmen — auf die man ja wegen der Eigenart des Materials angewiesen ist — gerade ausreichend.

Die Aufnahmen wurden in einer Kammer mit einem Radius $R = 28{,}65$ mm gemacht. Das Mineralpulver war ein Markröhrchen von $2r = 0{,}5$ mm, in einigen Fällen, wo das Material sehr rar war, $2r = 0{,}2$ mm gefüllt. Belichtet wurde mit Fe_α-Strahlung, die β-Strahlung war zwar nicht ausgefiltert, wurde von den Präparaten aber so stark absorbiert, daß jeweils nur ein oder zwei ganz starke Reflexe mit kleinem Glanzwinkel β-Linien aufwiesen. Die Blende war eine Spaltblende von 1 mm, die zur Abkürzung der Belichtungszeit so breit gewählt war. Bei der Anfertigung der Faseraufnahmen wurde die Blende senkrecht zur Faserachse gestellt, um schmale Reflexe und damit deutlich ausgeprägte Schichtlinien zu erhalten.

Bei der Auswertung der Filme mußten an den gemessenen Glanzwinkeln $\vartheta/2$ noch zwei Korrekturen angebracht werden. Zunächst war der Kammerumfang nicht genau 180 mm und es mußte daher eine Kammerkorrektion von 1% addiert werden, ferner wurde die Verschiebung der Beugungskurven durch die Präparatdicke berücksichtigt und die Haddingsche Korrektion

$$-0{,}7r\,(1 + \cos\vartheta)$$

abgezogen. Aus den so korrigierten Glanzwinkeln wurde dann das Sinusquadrat berechnet.

Zur Feststellung der Identitätsperiode parallel der Drehungsachse der Drehaufnahmen wurde die Polanysche Schichtlinienbeziehung benutzt. Gemessen wird e_1 oder e_2 der Abstand zwischen dem Äquator und der ersten bzw. der zweiten Schichtlinie. Ist R der Kammerradius, so gilt die Gleichung

$$\operatorname{tg}\varepsilon_n = e_n/R,$$

und die Identitätsperiode ist dann

$$I = n\,\lambda/\sin\varepsilon_n$$

Zur Indizierung der Pulveraufnahmen wurde versucht von $(h00)$-, $(0k0)$- oder $(00l)$-Flächen auszugehen; denn bei den quadratischen Formen für das rhombische bzw. monokline Kristallsystem

$$\sin^2\frac{\vartheta}{2} = \frac{\lambda^2}{4}\left(\frac{h^2}{a^2} + \frac{k^2}{b^2} + \frac{l^2}{c^2}\right), \qquad \sin^2\frac{\vartheta}{2} = K\frac{h^2}{a^2} + K\frac{l^2}{c^2} - K\frac{hl}{ac}\cos\beta + \frac{\lambda^2}{4}\frac{k^2}{b^2}$$

wenn

$$K = \frac{\lambda^2}{4\sin^2\beta}$$

müssen sich die $\sin^2 \vartheta/2$ für (100), (200), (300), (400) ... (n00) verhalten wie $1:4:9:16 \ldots : n^2$. Hatte man zwei solche Reihen gefunden, von denen die eine den (h00)-Ebenen, die andere den (00l)-Ebenen entsprach, so konnte man durch Addieren sämtlicher Kombinationen von (h_n00) (0k_n0) und (00l_n) die $\sin^2 \vartheta/2$ sämtlicher Indizes mit den Zahlenwerten 0 bis n bilden. Durch Vergleich dieser Kombinationen mit den vorliegenden $\sin^2 \vartheta/2$ konnten diese sodann mühelos indiziert werden. Eine Reihe (0k0) ließ sich bei den Bleispießglanzen wegen der Seltenheit dieser Reflexe bei Pulveraufnahmen nicht bilden.

Prinzipiell läßt sich dieses Verfahren auch bei monoklinen Mineralien anwenden, wenn der Winkel β bekannt ist. Nur muß bei den Kombinationen jeweils ein drittes Glied abgezogen werden, das für (101) gleich

$$\frac{\lambda^2 \cdot \cos \beta}{4 \sin^2 \beta \, a \cdot c}$$

ist und für alle anderen Indizes mit $h \cdot l$ multipliziert werden muß. Schwieriger liegen die Verhältnisse, wenn der Winkel β unbekannt ist. Dann kann man auch folgendermaßen vorgehen: Die oben erwähnten Reihen $m \cdot \sin^2 \vartheta/2$, wenn $m = 1, 4, 9, 16, 25 \ldots n^2$, ergeben jetzt keine Werte für a oder c, sondern nur für $a \cdot \sin \beta$ und $c \cdot \sin \beta$. Ist nun b wieder aus anderen Messungen bekannt, so kann man das Produkt

$$a \cdot \sin \beta \cdot b \cdot \sin \beta \cdot c = V \cdot \sin \beta$$

bilden, wobei V das Volumen der Elementarzelle darstellt. Nun gibt es für V aber noch eine zweite Beziehung:

$$Z = V \cdot D / M \cdot m_H$$

wobei Z = Zahl der Moleküle in der Elementarzelle
D = Dichte des Minerals
M = Molekulargewicht des Minerals
m_H = Gewicht eines Wasserstoffatoms = $1{,}65 \cdot 10^{-24}$ g.

Ist nun von einem Mineral D und M bekannt, so kann man nach der Formel:

$$V = Z \cdot M \cdot m_H / D$$

Werte für V erhalten, wenn man für Z 1, 2, 3, 4, usw. einsetzt. Dividiert man den oben erhaltenen Ausdruck $V \cdot \sin \beta$ durch diese V-Werte, so bekommt man eine Reihe bestimmter $\sin \beta$. Mit ihnen kann man dann versuchen, das Röntgendiagramm zu beziffern.

Die Filme werden mit einem $^1/_2$-mm-Maßstab abgelesen und die $^1/_{10}$ mm geschätzt. Der wahrscheinliche Fehler der Gitterkonstanten beträgt bei diesem Verfahren und nach Anbringung der obengenannten Korrekturen $\pm$ 0,02 Å. Bei Gitterkonstanten über 10 Å kann sich allerdings die Fehlergrenze auf $\pm$ 0,03 Å vergrößern.

5. Die Röntgendiagramme.

Die Röntgendiagramme sind in den folgenden Tabellen wiedergegeben. Diese enthalten die Intensität der Linien, das korrigierte $\vartheta/2$, die $\sin^2 \vartheta/2$ jeder Linie, die Indizes und schließlich den theoretischen Rechenwert für $\sin^2 \vartheta/2$. Die Intensitätsangaben sind nur zur Orientierung beim Vergleich des Filmes mit anderen bestimmt; es genügte

daher eine grobe Schätzung und Einteilung in sehr starke (sst), starke (st), mittlere (m), schwache (sw) und ganz schwache (ssw) Reflexe. Bei einigen verschwommenen Linien wurde ein (v) hinzugefügt. Vielfach konnten Linien mehrfach indiziert werden, ohne Aufnahmen an orientierten Kristallen war es aber unmöglich, sicher festzustellen, welche Indizes richtig sind. Es wurden daher ohne Auswahl die möglichen Indizes angegeben. Aus demselben Grunde mußte aber auch auf eine Bestimmung der Raumgruppe durch Aufsuchen von Auslöschungsgesetzen verzichtet werden.

Zinckenit, Wolfsberg.

Aufnahme 571, Kammer 3, *Fe*-Strahlung, $2r = 0{,}75$ mm.

I	$\vartheta/2$ korr.	$\sin^2\vartheta/2$	Indizes	$\sin^2\vartheta/2$ berechn.
sw	14,8	0,0653	β (004)	0,0652
sst	16,3	0788	(004)	0793
sw	18,32	0988	(400)	0992
st	20,35	1210	(402) (223)	1190
ssw	23,4	1577	(232)	1566
m	25,35	1833	(233)	1814
ssw	26,1	1935	(423)	1935
m	27,17	2085	(521)	2096
m	28,1	2219	(600) (405)	2232
sst	29,32	2398	(611)	2405
st	31,13	2672	(603) (207)	2678
sst	32,0	2808	(505) (613) (217)	2790; 2802
sw	33,17	2994	(307) (343)	2988; 2996
st	34,35	3184	(008)	3174
m	35,7	3405	(251) (443)	3409; 3430
sw	40,85	4279	(705) (209) (418) (641)	4278; 4265; 4290; 4273
m	41,6	4408	(803) (447)	4414
m	42,24	4520	(626)	4514
m	43,40	4721	(508) (260)	4724; 4730
st	44,2	4860	(552) (338)	4860; 4852
m	45,0	5000	(409) (644)	5009; 5017
sst	46,2	5209	(2.0.10) (805)	5208
m	47,45	5427	(608) (248)	5406; 5414
m	48,45	5601	(913) (717) (157)	5592; 5604
m	49,5	5778	(637) (653) (257)	5782; 5790; 5784
m	50,0	5868	(816) (834)	5877; 5881
m	51,2	6074	(4.1.10) (0.3.10)	6076; 6080
m	52,04	6216	(10.0.0)	6200
m	53,14	6401	(10.0.2) (807)	6398
m	55,8	6841	(358)	6844

Zinckenit, Wolfsberg.

(Fortsetzung)

I	$\vartheta/2$ korr.	$\sin^2\vartheta/2$	Indizes	$\sin^2\vartheta/2$ berechn.
m	56,6	0,6970	(10.0.4) (0.4.10)	0,6993; 6952
m	57,62	7133	(0.0.12)	7142
st	59,46	7419	(10.0.5)	7440
m	60,48	7573	(10.1.5)	7565
st	64,8	8187	(9.0.8) (3.2.12) (9.5.1)	8196; 8197; 8183
sw	66,78	8444	(11.2.3) (860) (574)	8445; 8450; 8443
sw	67,85	8578	(937) (757) (381)	8572; 8580; 8575
st	69,64	8790	(11.2.4) (946)	8792; 8799
m	71,05	8945	(12.0.0)	8928
m	72,56	9102	(10.3.6) (839)	9095
m	74,1	9250	(864) (12.1.2)	9243; 9250

Der Zinckenit hat folgende Gitterkonstanten:

$$a = 12{,}29\ \text{Å} \qquad b = 8{,}66\ \text{Å} \qquad c = 13{,}76\ \text{Å}$$

Aus einer Drehaufnahme parallel der Faserrichtung ergab sich $b = 4{,}33$, einige Reflexe könnten dabei als Zwischenschichtlinie gedeutet werden. Hofmann (18d) gibt 4,33 mit der Bemerkung »Pseudoperiode nachgewiesen« an. Auch die Indizierung des Pulverdiagramms machte eine Verdoppelung der b-Gitterkonstanten notwendig.

Bei Anwendung der Formel $PbSb_2S_4$ erhält man $Z = 8{,}05$ d. i.

$$Z = 8$$

Das Achsenverhältnis berechnet sich

$$a : b : c = 1{,}4192 : 1 : 1{,}5889$$

und stimmt mit dem kristallographischen von P. Groth 0,5575 : 1 : 0,6353 gut überein, wenn man bei dem letzteren a und b mit 2,5 multipliziert.

$$2{,}5a : b : 2{,}5c = 1{,}3937 : 1 : 1{,}5882.$$

Das Verhältnis $b : 2a = 1 : 1{,}786$ kommt dem hexagonalen Verhältnis $a : a\sqrt{3}$, also $1 : 1{,}732$ nahe. Hierin ist wohl der Grund für die Häufigkeit der pseudohexagonalen Durchkreuzungsdrillinge zu erblicken.

Wolfsbergit, Emplektit und Zinckenit erscheinen isotyp[1]). Die folgende Tabelle vergleicht die Daten. (Emplektit und Wolfsbergit nach W. Hofmann (18a).

1) Eine eingehendere Untersuchung des Zinckenits soll noch folgen.

Name	a	b	c	Formel	Z
Emplektit	6,12	3,89	14,51	$CuBiS_2$	4
Wolfsbergit	6,00	3,78	14,45	$CuSbS_2$	4
Zinckenit	12,29	8,66	13,76	$Pb(SbS_2)_2$	8

Die Dichte ist in der Literatur zwischen 5,21 und 5,35 angegeben; theoretisch erhält man 5,215. Zu den Untersuchungen diente Material von Wolfsberg.

Meneghinit, Bottino.

Aufnahme 576, Kammer 3, *Fe*-Strahlung, $2r = 0{,}4$ mm.

I	$\vartheta/2$ korr.	$\sin^2\vartheta/2$	Indizes	$\sin^2\vartheta/2$ berechn.
m	13,67	0,0560	β (301)	0,0554
st	15,04	0673	(301)	0663
ssw	15,5	0714	β (221)	0716
ssw	16,51	0808	(004)	0795
sst	17,27	0881	(221)	0870
m	18,47	1003	(114)	1000
sst	19,35	1097	(400)	1091
st	20,6	1238	(030) (410)	1233; 1228
m	21,74	1338	(131)	1351
sw	23,96	1647	(420) (215)	1639; 1651
sw	25,03	1789	(006)	1789
m	25,63	1870	(044)	1886
m	26,38	1974	(315)	1992
m	27,20	2089	(423) (134)	2096
sst	27,90	2190	(040) (216)	2192; 2198
st	29,48	2421	(424)	2434
m	30,10	2515	(241)	2514
sst	30,35	2630	(334) (514) (611)	2641; 2637; 2642
sw	31,66	2755	(433)	2771
m	32,54	2893	(406) (603) (425)	2880; 2902; 2891;
			(243)	2910
sw	33,03	2971	(027) (404) (531)	2983; 2987; 2988
m	33,74	3084	(136) (335)	3090; 3088
st	34,30	3176	(008)	3180
ssw	38,10	3807	(308) (624)	3793; 3798
m	38,94	3950	(318) (237) (153)	3930; 3940; 3947;
			(541)	3947
m	40,24	4173	(535)	4180
m	40,75	4261	(408) (606) (246)	4271; 4244; 4253
ssw	41,26	4349	(800) (328) (526)	4364; 4341; 4342
m	42,06	4487	(634) (254) (353)	4483; 4492; 4485
m	42,78	4613	(309) (731) (047)	4638; 4624; 4627

Meneghinit, Bottino.
(Fortsetzung)

I	$\vartheta/2$ korr.	$\sin^2\vartheta/2$	Indizes	$\sin^2\vartheta/2$ berechn.
sst	43,89	0,4806	(428) (626)	0,4819; 4792
m	45,37	5065	(446)	5072
m	45,92	5161	(329)	5186
st	46,83	5319	(139) (454)	5326; 5311
ssw	48,61	5629	(608) (248)	5635; 5644
sw	50,39	5935	(651) (554) (157)	5930; 5925; 5928
m	51,36	6102	(913) (538) (637)	6108; 6117; 6123
sst	53,86	6521	(708) (923)	6521; 6519
st	58,4	7254	(465) (10.0.3)	7265; 7267
st	60,2	7530	(808)	7544
st	61,71	7753	(3.0.12) (738)	7769; 7754
st	64,08	8089	(917) (828)	8096; 8092
sst	66,11	8360	(846)	8345
st	68,09	8608	(10.0.6) (10.2.5)	8609; 8610
st	75,23	9350	(6.0.11) (8.0.10)	9354; 9334

Meneghinit. Die Gitterkonstanten des Meneghinits sind:

$$a = 11{,}70\ \text{Å} \qquad b = 8{,}25\ \text{Å} \qquad c = 13{,}70\ \text{Å}$$

b konnte durch eine Drehaufnahme um die Nadelachse bestimmt werden. Die Aufnahme ergab $b = 4{,}132$ mit einigen ganz schwachen Zwischenlinienreflexen. Dasselbe beobachtete W. Hofmann (18d), der 4,15 Å als Pseudoperiode angibt. Bei Anwendung des Molekulargewichts 1296,8, das der Formel

$$Pb_4Sb_2S_7$$

entspricht, und der Dichte 6,43 (die Angaben in der Literatur schwanken zwischen 6,35—6,43) erhält man $Z = 3{,}97$; das ergibt eine berechnete Dichte 6,46, wenn

$$Z = 4.$$

Das Achsenverhältnis ist

$$a : b : c = 1{,}4175 : 1 : 1{,}6605$$

Zum Vergleich mit dem kristallographischen Achsenverhältnis muß die Nadelachse (b nach meiner Aufstellung) zur c-Achse gemacht werden. Es ist dann

$$c : a : b = 1{,}1715 : 1 : 0{,}7054.$$

Die Abweichung von dem kristallographischen nach H. A. Miers[1]), bei dem a und c verdoppelt sind, ist für c beträchtlich

$$2a : b : 2c = 1{,}1578 : 1 : 0{,}7264.$$

Untersucht wurde nur Meneghinit von Bottino.

1) Ztschr. f. Krist. 9 (1885) S. 291.

Boulangerit, Wolfsberg.

Aufnahme 588, Kammer 3, *Fe*-Strahlung, $2r = 0{,}5$ mm.

I	$\vartheta/2$ korr.	$\sin^2\vartheta/2$	Indizes	$\sin^2\vartheta/2$ berechn.
ssw	13,52	0,0547	β (004)	0,0557
sw	14,43	0620	(402)	0634
st	15,10	0679	(004)	0678
m	18,80	1039	(600)	1047
st	20,17	1190	(205)	1176
m	21,12	1299	(305) (114)	1321; 1284
sw	22,00	1403	(504)	1405
m	24,47	1716	(604) (414)	1725; 1720
m	25,70	1881	(800)	1862
m	26,90	2047	(802) (711)	2031; 2044
st	28,28	2243	(803) (506)	2243; 2253
sw	29,64	2446	(810) (221)	2439; 2466
m	30,30	2545	(407) (804) (902)	2542; 2540; 2536
sst	31,38	2707	(008)	2713
sw	32,10	2824	(813) (421) (208) (516)	2820; 2815; 2829; 2830
st v	33,41	3032	(904)	3035
ssw	35,63	3394	(806) (621) (218)	3388; 3397; 3406
ssw	37,67	3735	(623)	3736
ssw	39,34	4020	(624) (518)	4033; 4017
m	41,27	4352	(822) (2.0.10)	4339; 4356
sw	42,45	4556	(823) (10.1.5) (526)	4551; 4547; 4561
st	43,51	4740	(519)	4738
sw	44,52	4917	(2.1.10) (13.0.0)	4933; 4917
sw	46,70	5297	(8.0.9) (328) (6.0.10) (4.1.10)	5296; 5282; 5287; 5282
m	48,28	5571	(10.1.7)	5564
st	51,38	6106	(0.0.12) (8.0.10)	6105; 6102
sw	53,52	6466	(529)	6469
sw	56,56	6963	(535) (336)	6980; 6980
sw	59,50	7424	(833)	7436
st	64,68	8171	(338)	8167

Boulangerit. Die Gitterkonstanten des Boulangerits sind folgende:

$$a = 17{,}88\ \text{Å} \qquad b = 4{,}02\ \text{Å} \qquad c = 14{,}83\ \text{Å}.$$

Aus dem Schichtlinienabstand einer Drehaufnahme parallel der Faserachse eines Faserbündels aus Nasafiells (Originalmaterial der Analyse von N. C. J. Thaulow 1837) wurde $b = 4{,}02$ bestimmt. Das Achsenverhältnis ergibt

$$4{,}4478 : 1 : 3{,}6890.$$

Das kristallographische Achsenverhältnis ist 0,5527 : 1 : 0,7478. Dabei ist aber zu beachten, daß bei Angabe der Gitterkonstanten die kristallographische c-Achse (Nadelachse) wegen der Analogie der $4A$-Gitterkonstante zu den monoklinen Bleispießglanzen zur b-Achse geworden ist. Die beiden Achsenverhältnisse stimmen annähernd überein, wenn man das röntgenographische für

$$c : a : b = 1{,}205 : 1 : 0{,}341$$

aufstellt und für das kristallographische

$$2a : b : c/2 = 1{,}105 : 1 : 0{,}373$$

schreibt. Die Abweichung von fast 10% ist durch die Unsicherheit des kristallographischen Achsenverhältnisses zu erklären. Das röntgenographische ist sicher das richtige.

Z ist bei einem Molekulargewicht von 1875,8 gleich 1,99 d. i.

$$Z = 2.$$

Die Dichte wird in der Literatur zwischen 5,7—6,3 angegeben, theoretisch findet man 5,80. Dem angegebenen Molekulargewicht entspricht die Formel

$$Pb_5Sb_4S_{11}.$$

Von folgenden Fundorten wurden Röntgendiagramme hergestellt. Sie alle erwiesen sich als identisch miteinander.

Wolfsberg, Harz, Original Rammelsberg,
Nasafiells, Lappland, Original Thaulow,
Nasafiells, Lappland,
Sala, Schweden,
Tampillo, Peru, Original Alexander v. Humboldt,
Grube Bergmannstrost, Altenberg in Schlesien, Original Websky,
Grube Silbersand bei Mayen,
Nertschinsk, Rußland,
Grube Meiseberg bei Harzgerode,
Adalbertsgang bei Przibram in Böhmen.

Die Analysen von Rammelsberg, Thaulow und Websky sind bei Rammelsberg[1]) angeführt.

Geokronit. Wie schon Herr Prof. Ramdohr auf Grund der nicht veröffentlichten Beobachtung zweier Arten unsymmetrisch schief auslöschender Zwillingslamellen vermutete, ist der Geokronit monoklin und nicht rhombisch. Seine Gitterkonstanten sind:

$$a = 14{,}92\ \text{Å} \qquad b = 8{,}25\ \text{Å} \qquad c = 14{,}35\ \text{Å} \qquad \beta = 58°\,26'.$$

1) Mineralchemie 2. Aufl. 1875. S. 97.

Geokronit, Falun.

Aufnahme 600, Kammer 3, *Fe*-Strahlung, $2r = 0{,}5$ mm.

I	$\vartheta/2$ korr.	$\sin^2\vartheta/2$	Indizes	$\sin^2\vartheta/2$ berechn.
m	14,4	0,0618	(302)	0,0602
m	15,13	0681	(311)	0661
m-st	15,85	0745	(312)	0739
m-st	16,55	0812	(221)	0791
st	17,65	0919	(004)	0923
m	18,37	0993	(400)	0998
m	18,88	1047	(214)	1057
st	19,48	1111	(304)	1105
m	19,95	1164	(322)	1150
m	20,7	1249	(314)	1242
ssw	21,5	1343	(323)	1344
m	23,14	1544	(420)	1546
sst	25,57	1862	(504)	1851
m	27,15	2082	(006)	2077
sw	27,65	2153	(523)	2153
m	28,42	2265	(600)	2246
m	29,43	2414	(524)	2399
m-st	29,83	2474	(226)	2494
ssw	30,45	2569	(614)	2548
ssw	30,88	2634	(207) (026)	2634; 2625
st	31,96	2800	(342)	2794
st	33,32	3018	(711)	3030
m-st	34,04	3134	(244)	3112
m	34,8	3257	(714)	3233
ssw	35,26	3333	(616)	3323
sw	37,36	3682	(008) (408)	3692; 3679
sw	40,66	4246	(822)	4266
sw	41,27	4352	(209) (726)	4354; 4355
sw	41,92	4464	(824)	4453
sw	42,70	4599	(644)	4603
sw	43,45	4730	(903) (825)	4720; 4718
ssw	44,27	4873	(546)	4881
ssw	45,28	5049	(807) (900)	5051; 5054
ssw	46,10	5192	(609) (817)	5213; 5188
sw	46,7	5297	(262) (554)	5285; 5276
ssw	47,42	5422	(906)	5425
m-st	48,25	5566	(916)	5562
m	49,48	5779	(0.0.10)	5770
ssw	50,8	6005	(746)	5999
ssw	52,8	6345	(464) (10.2.3)	6348; 6359

Geokronit, Falun.

(Fortsetzung)

I	$\vartheta/2$ korr.	$\sin^2\vartheta/2$	Indizes	$\sin^2\vartheta/2$ berechn.
ssw	54,38	0,6610	(7.0.10) (648) (656)	0,6615; 6614; 6611
m	55,90	6857	(10.0.7) (258)	6855; 6861
m	56,3	6921	(943) (358)	6912; 6920
m	60,00	7500	(373)	7509
m	66,1	8359	(12.0.3)	8367
m	73,7	9212	(5.3.12) (9.3.10) (11.4.3)	9205; 9213; 9219
m	75,22	9350	(949) (668) (283)	9360; 9354; 9347

Die Zahl der Moleküle für diese Zelle wäre bei der oft gebrauchten Formel $Pb_5Sb_2S_8$ (Mol.-Gew. 1536) 3,84, bei der von G. d'Achiardi (19) vorgeschlagenen Formel Pb_5SbAsS_8 (Mol.-Gew. 1489) 3,96. D. h.

$$Z = 4$$

bei einer theoretischen Dichte 6,51.

Das Achsenverhältnis beträgt:

$$a : b : c = 1{,}0399 : 1 : 0{,}5749.$$

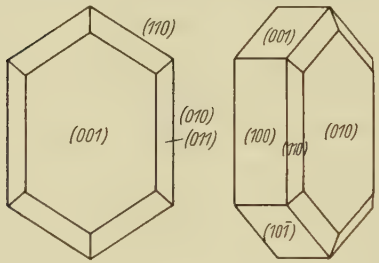

Fig. 2.
Geokronit
alte Aufstellung neue Aufstellung

Kristallographisch muß natürlich der Geokronit jetzt anders aufgestellt werden. Die Fläche (001) wird (010), (010) wird (100), (110) wird (001). Die eine Schar der Zwillingslamellen läuft jetzt parallel der Basis, die andere anscheinend parallel ($\bar{1}01$).

Die Annahme P. Groths, daß der Geokronit mit dem Stephanit isomorph sei, trifft nicht zu; auch die beiden Röntgendiagramme weisen keinerlei Ähnlichkeit auf.

Jamesonit. Aus der Indizierung der Pulveraufnahme wurden folgende Gitterkonstanten berechnet:

$$a = 16{,}16 \text{ Å} \qquad b = 8{,}60 \text{ Å} \qquad c = 13{,}75 \text{ Å}.$$

Zur Bestimmung von b wurde eine Drehaufnahme um ein Faseraggregat parallel der Faserachse gemacht. Aus dem Schichtlinienabstand wurde zunächst eine Gitterkonstante $b = 4{,}27$ berechnet. Wegen einer Reihe schwacher Reflexe, die eine Zwischenschichtlinie bilden, und wegen der wesentlich besseren Deutung mehrerer Linien des Debye-Scherrer-Diagramms wurde dann b verdoppelt. Das Material für die Drehaufnahme

Jamesonit, Valentia d'Alcantara.
Aufnahme 614, Kammer 3, *Fe*-Strahlung, $2r = 0{,}5$ mm.

I	$\vartheta/2$ korr.	$\sin^2\vartheta/2$	Indizes	$\sin^2\vartheta/2$ berechn.
ssw	13,81	0,0570	(400)	0,0572
ssw	14,83	0655	β (004)	0652
sst	16,27	0785	(004)	0792
m	18,06	0961	β (031)	0971
sw	18,84	1044	β (422)	1038
st	20,00	1170	(031)	1138
st	20,81	1262	(422)	1265
st	24,86	1767	(125)	1767
st	25,60	1867	(225)	1869
ssw	26,61	2007	(040)	2016
sw	27,45	2125	(433)	2137
sst	28,01	2206	(241) (316)	2206; 2204
sst	28,61	2293	(800)	2291
m	30,57	2588	(326) (243)	2582; 2596
sw	31,19	2681	(723)	2670
st	32,01	2810	(426)	2826
ssw	33,38	3026	(606)	3026
m	34,30	3176	(008)	3168
ssw	37,15	3647	(904)	3651
m	39,59	4061	(644)	4068
ssw	41,14	4328	(10.0.4)	4328
m	41,79	4441	(933)	4449
ssw	42,24	4519	(826)	4521
m	43,26	4697	(355)	4689
ssw	44,37	4891	(628) (10.3.2)	4899; 4891
ssw	45,29	5050	(2.0.10)	5053
ssw	46,30	5227	(356) (3.0.10)	5228; 5222
ssw	47,82	5492	(746) (845)	5502; 5499
m	49,09	5712	(448)	5711
ssw	49,85	5843	(853)	5860
m	50,37	5933	(10.0.7)	5925
m	51,89	6191	(564) (809)	6202; 6199
st	52,94	6367	(639)	6361
st	56,08	6885	(748)	6869
m	59,80	7470	(4.4.10) (10.0.9)	7478; 7483
st	60,52	7578	(12.4.3) (864)	7578; 7583
sw	63,86	8059	(080)	8064
ssw	67,62	8550	(866) (14.3.3)	8553; 8551
ssw	70,67	8904	(10.2.10)	8914
m	72,70	9116	(775) (3.2.13)	9125; 9118
m	74,32	9270	(7.2.12) (9.2.11) (11.6.3)	9274; 9269; 9277

stammte aus Kapnik und war zuvor mittels einer Pulveraufnahme als Jamesonit identifiziert worden.

Bei der Indizierung der Pulveraufnahme ergab sich, daß der Jamesonit nicht, wie öfters in der Literatur angegeben, rhombisch ist, sondern monoklin. Die Indizierung gelang mit dem von F. Slavík angegebenen Winkel:

$$\beta = 91°24'15''.$$

Das aus den Gitterkonstanten berechnete Achsenverhältnis

$$a : b : c = 1{,}8777 : 1 : 1{,}5982$$

zeigt jedoch mit dem von F. Slavík angegebenen

$$0{,}8316 : 1 : 0{,}4260$$

keine Übereinstimmung. Dagegen ist das von S. P. Stevanović für Jamesonit von Prečia angegebene

$$a : b : c = 0{,}9223 : 1 : 0{,}5218$$

ähnlich, wenn man c verdreifacht und a verdoppelt. Es ergibt sich dann

röntgenographisch $a : b : c = 1{,}8777 : 1 : 1{,}5982$
Stevanović $2a : b : 3c = 1{,}8446 : 1 : 1{,}5654.$

Bei der Seltenheit der Jamesonitkristalle, die zu genauen Messungen überhaupt einigermaßen geeignet sind, ist die Übereinstimmung befriedigend.

Die Angaben über die Dichte schwanken in der Literatur zwischen 5,5 und 6,0. Eigene Messungen an dem Material von Valentia d'Alcantara, das zu der hier wiedergegebenen Pulveraufnahme verwandt wurde, ergaben $D = 5{,}70$. Aus diesen Werten konnte sodann

$$Z = 8{,}07 \sim 8$$

berechnet werden, wenn man ein Molekulargewicht von 818,2 annimmt, das der Formel

$$Pb_2Sb_2S_5$$

entspricht. Diese Formel wird schon in der neueren Literatur für den Jamesonit gebraucht (Schneiderhöhn und Ramdohr: Lehrbuch der Erzmikroskopie, und Ramdohr-Klockmann: Lehrbuch der Mineralogie), während Spencer (12) und W. T. Schaller (13) sie nur auf den Plumosit angewandt wissen wollten. Da der Plumosit röntgenographisch nicht als besonderes Mineral festgestellt werden konnte, ist es wahrscheinlich, daß die Plumositanalysen, die zu dieser Formel führten, in Wirklichkeit an Jamesonitfedererz ausgeführt wurden. Ich halte daher $Pb_2Sb_2S_5$ oder $2PbS \cdot Sb_2S_3$ für die Formel des Jamesonits.

Es wurde Material von folgenden Fundorten untersucht:

Valentia d'Alcantara, Estramadura	China
Kapnik	Wolfsberg
Cornwall	Mt. Bischoff
Asiento de Araca	Dognaska
Trinacria	Pfaffenreuth, Grube Bayerland
Curtin Davis, Tasmanien	Pulacayo
Catabranca	Ancoraimes (Bolivia).

Die Proben dieser Fundorte ergaben identische Diagramme.

Plagionit, Wolfsberg.

Aufnahme 652, Kammer 3, *Fe*-Strahlung, $2r = 0{,}5$ mm.

I	$\vartheta/2$ korr.	$\sin^2\vartheta/2$	Indizes	$\sin^2\vartheta/2$ berechn.
ssw	12,80	0,0491	(400)	0,0481
sw	14,37	0616	(402)	0608
sw	14,83	0655	(303)	0664
sw	15,38	0702	β (502)	0702
sst	17,00	0755	(502)	0854
sst	17,46	0900	(004)	0894
sst	19,28	1090	(600)	1083
sw	20,20	1192	(060) (404)	1184; 1182
st	21,61	1356	(603)	1369
sw	22,88	1511	(315)	1519
m	24,15	1674	(415)	1669
m-sw	25,98	1919	(800)	1926
st	26,89	2045	(820)	2057
sw	28,32	2251	(832) (625)	2252; 2248
sw	28,92	2339	(662)	2345
m	29,70	2455	(705)	2448
m	30,58	2588	(725)	2579
m	31,20	2683	(090) (616) (365)	2664; 2693; 2670
sw	32,18	2837	(805)	2839
vs	32,98	2963	(825)	2970
st	34,67	3236	(10.3.1) (366)	3245; 3249
m	35,22	3327	(863) (915)	3323; 3324
vs	36,77	3584	(008)	3577
sw	39,59	4061	(882)	4061
ssw	40,30	4183	(856)	4180
st	41,11	4323	(12.0.0)	4334
m-st	42,44	4555	(866)	4542
m-st	43,45	4730	(0.12.0) (808)	4737; 4729
ssw	44,27	4873	(529) (439) (468)	4866; 4869; 4855
st	45,53	5092	(629)	5088

Plagionit, Wolfsberg.
(Fortsetzung)

I	$\vartheta/2$ korr.	$\sin^2\vartheta/2$	Indizes	$\sin^2\vartheta/2$ berechn.
st	46,10	0,5192	(758) (11.5.5)	0,5196; 5196
m-st	47,42	5422	(10.4.7) (687)	5428; 5419
m-st	48,38	5588	(0.0.10)	5590
vs	50,05	5877	(14.0.0)	5899
sst	51,94	6200	(479)	6185
st	52,80	6345	(7.2.10)	6348
sw	54,73	6665	(1.0.11) (3.1.11)	6660; 6667
sw	57,98	7174	(6.2.11)	7179
st	60,21	7532	(10.2.10) (13.2.8)	7521; 7536
ssw	62,80	7911	(3.1.12) (11.0.10)	7917; 7901
m	65,08	8224	(6.6.11)	8232
m	67,93	8589	(10.6.10) (12.2.10)	8574; 8603
m	70,00	8830	(8.0.12)	8814
m	71,42	8985	(12.4.10)	8998

Plagionit. Aus der Pulveraufnahme wurden folgende Gitterkonstanten errechnet:

$$a = 18{,}44\ \text{Å} \qquad b = 16{,}84\ \text{Å} \qquad c = 13{,}52\ \text{Å}.$$

Der Wert für b konnte durch eine Drehaufnahme, die mir liebenswürdigerweise im Kaiser-Wilhelm-Institut für Silikatforschung gemacht wurde, nachgeprüft werden. Ein Kristall von demselben Material aus Wolfsberg wurde nach den Flächen (100) justiert und um die b-Achse gedreht. Der Schichtlinienabstand ergab $b = 16{,}86$. Es ist bemerkenswert, daß hierin die Gitterkonstante der Sb_2S_3-Kettenrichtung (4 Å) viermal enthalten ist.

Zur Indizierung der Pulveraufnahme und zur Berechnung der Gitterkonstanten wurde mit Erfolg der kristallographische Achsenwinkel

$$\beta = 72°45'$$

beibehalten.

Als Achsenverhältnis ergibt sich:

$$1{,}095 : 1 : 0{,}803$$

oder

$$1{,}1305 : 1{,}0324 : 0{,}8290.$$

Es stimmt dies mit dem von Spencer angegebenen kristallographischen Achsenverhältnis

$$1{,}1305 : 1 : 0{,}8422$$

annähernd überein. Zambonini verdoppelt die Verhältniszahl bei c.

Die von Spencer und Zambonini angegebene Formel $Pb_5Sb_8S_{17}$ ergibt bei den angeführten Gitterkonstanten und $\beta = 72°45'$ keinen ganzzahligen Wert für Z. Dagegen bekommt man mit der alten Formel von Rammelsberg (Mineralchemie 1875, 87)

$$Pb_5Sb_{14}S_{30}, \qquad Z = 2{,}96 \sim 3.$$

Dazu wurde eine Dichte von 5,5 angenommen. Die Angaben der Literatur schwanken zwischen 5,4 und 5,6.

Es wurde Material von Wolfsberg, Arnsberg, Veta purissima (Oruro) und ein Stück mit der Bezeichnung »Semseyit, Tatasi« verwandt.

Heteromorphit, Wolfsberg.

Aufnahme 586, Kammer 3, *Fe*-Strahlung, $2r = 0{,}5$ mm.

I	$\vartheta/2$ korr.	$\sin^2\vartheta/2$	Indizes	$\sin^2\vartheta/2$ berechn.
ssw	13,36	0,0534	(020)	0,0540
sw	14,93	0663	β (004)	0664
sst	16,44	0801	(004)	0808
ssw	17,87	0942	β (400)	0938
ssw	18,47	1003	(123)	1015
st	19,72	1138	(400)	1140
ssw	21,31	1321	(131)	1320
sw	24,15	1674	(420) (404)	1680; 1678
sw	25,67	1877	(511)	1883
st	27,70	2161	(040) (306)	2160; 2155
ssw	29,03	2354	(522) (026) (430) (042)	2355; 2358; 2355; 2362
ssw	30,04	2506	(523) (207)	2523; 2523
sst	30,75	2615	(017) (425) (433) (043) (505)	2609; 2604; 2607; 2614; 2622
sw	32,08	2821	(430) (431)	2804; 2801
m	32,58	2900	(317) (434) (342)	2895; 2893; 2902
m-st	33,96	3121	(244) (620) (622)	3118; 3106; 3106
m	34,71	3243	(008)	3232
ssw	39,74	4088	(009) (209)	4090; 4071
sw	41,42	4377	(428) (138)	4372; 4383
sw	43,72	4777	(545)	4782
sw	45,13	5022	(355) (822) (821)	5025; 5035; 5018
sw	46,33	5233	(519) (546)	5247; 5253
sw	49,45	5774	(900) (903) (830)	5775; 5773; 5778
sw	51,07	6051	(4.2.10) (834) (462)	6054; 6046; 6067
ssw	51,58	6139	(2.0.11) (357)	6124; 6135
sw	52,60	6311	(923) (728)	6313; 6319
m	69,65	8791	(8.2.10) (4.0.13)	8801; 8769

Heteromorphit. Die Gitterkonstanten des Heteromorphits sind:

$$a = 11{,}93\ \text{Å} \qquad b = 8{,}31\ \text{Å} \qquad c = 14{,}18\ \text{Å}.$$

Der Berechnung wurde der Achsenwinkel

$$\beta = 73°30'$$

zu Grunde gelegt als Mittel zwischen den Achsenwinkeln des Plagionits und des Semseyits, 72°45′ und 74°14′, wo er nach Spencers (12a) morphotroper Reihe liegen mußte. Dementsprechend sind die Minuten so angenommen, daß der Winkel gerade das Mittel der beiden anderen bildete, um die Wahrscheinlichkeit eines extrem großen Fehlers zu vermeiden. In der Rechnung machen außerdem Schwankungen um Minuten wegen der geringen Veränderlichkeit des Sinus in diesem Winkelgebiet wenig aus.

Die b-Gitterkonstante konnte durch eine Drehaufnahme um die Faserachse einer Heteromorphit-Federerz-Faser als 4,15 Å bestimmt werden. Ob auch hier eine Pseudoperiode vorlag, konnte wegen des mangelhaften Materials nicht sicher festgestellt werden. Mit $b = 4{,}15$ erhält man jedoch nur ein $Z = 0{,}5$. Eine der Gitterkonstanten mußte also verdoppelt werden. Da a und c bei einer Verdoppelung unwahrscheinliche Werte, größer als 20 Å, ergaben, so wurde nach Analogie der anderen Bleispießglanze b verdoppelt.

Mit der Formel $Pb_{11}Sb_{12}S_{29}$ und einem spezifischen Gewicht $D = 5{,}679$ erhalten wir $Z = 0{,}995$ d. i.

$$Z = 1.$$

Weil die Existenz des Heteromorphits öfters angezweifelt wurde, war es besonders günstig, daß die Röntgenuntersuchung an analysiertem Material vorgenommen werden konnte. Die Analyse wurde von Michels gemacht und ist bei Rammelsberg (Mineralchemie 1860, S. 71) veröffentlicht. Sie ergab:

$S = 19{,}44$	60,63	
$Sb = 31{,}62$	25,97	Gewichtsprozente
$Pb = 50{,}03$	24,14	mal 100 Atomgewicht.
101,09%.		

Diese Analyse entspricht der oben angegebenen Formel, die Spencer (12a) auf Grund einer Analyse G. T. Priors aufstellte.

Das röntgenographische Achsenverhältnis beträgt

$$a : b : c = 1{,}7060 : 1 : 1{,}4356;$$

multipliziert man a und c mit 2/3, so erhält man

$$1{,}1373 : 1 : 0{,}9570.$$

Dies entspricht sehr gut der Annahme Spencers (12a), daß das Achsenverhältnis des Heteromorphits zwischen denen des Plagionits und Semseyits liegt:

Plagionit	1,1305 : 1 : 0,8422
Heteromorphit	1,1373 : 1 : 0,9570
Semseyit	1,1356 : 1 : 1,0218.

Untersucht wurde Material von Wolfsberg und Harzgerode, darunter auch einige Heteromorphitfedererze.

6. Beschreibung der Filme.

Im folgenden Abschnitt soll für den praktischen Gebrauch der Pulverdiagramme zum Bestimmen der Bleispießglanze kurz die charakteristische Intensität und Verteilung der Linien angegeben werden:

1. Beim Zinckenit sind die mittleren bis starken Linien ziemlich gleichmäßig auf die ganze Filmlänge verteilt. Die stärkste Linie ist die erste α-Linie (004). Auffallend ist auch die sehr starke Linie (2.0.10), die mit dem $\vartheta/2 = 46^\circ$ sich fast genau in der Mitte des Films befindet und als Gerade erscheint.

2. Der Meneghinit hat am Anfang zwei besonders starke Reflexe (221) und (400). Der stärkste Reflex aber liegt am Ende des zweiten Drittels (923), und es schließen sich von dort noch eine ganze Reihe starker und klarer Linien bis zum Filmende an.

3. Auch der Boulangerit beginnt mit zwei starken Reflexen (004) und (205). Typisch ist für ihn aber die klare, sehr starke Linie (008) am Anfang des zweiten Drittels, der nach genau 2 mm eine auch starke, aber breite und verwaschene (904) folgt. Die übrigen starken Reflexe sind gleichmäßig über den Film verstreut.

4. Das charakteristische Röntgendiagramm liefert der Geokronit. Es ist außerordentlich linienreich, aber die Reflexe sind durchgehend sehr klar. Zuerst tritt eine Serie von 10 Linien auf, die alle mittel bis stark sind und auf den kleinen Raum von 6 mm zusammengedrängt sind. Es folgt dann 20,8—25,6 eine Lücke, in der sich nur eine ganz schwache und eine mittlere Linie befinden, dann folgt wieder eine Serie, die mit der stärksten Linie (504) beginnt und vier starke Linien enthält. Anschließend an diese Serie (von $\vartheta/2 = 34^\circ$ ab) folgen nur schwache Reflexe, die erst gegen Ende des Films von mittleren wieder abgelöst werden.

5. Auch der Film des Jamesonits bietet ein sehr typisches Bild. Die Charakteristik erfolgt hier am besten nicht nach den starken Linien, sondern nach einigen typischen Doppellinien: $\vartheta/2 = 20{,}1°$ und 20,9°, (031) und (422); $\vartheta/2 = 24{,}9°$ und 25,6°, (125) und (225); $\vartheta/2 = 28{,}0°$ und 28,6°, (241) und (800); und eine dreifache Linie $\vartheta/2 = 30{,}5°$, 31,1° und 31,9°, (326), (723) und (426). Abgesehen von der ersten sehr starken Linie (004) und einigen starken am Ende des Films, befinden sich die starken Reflexe alle in diesen Doppellinien.

6. Der Plagionit hat ein linienreiches Diagramm, aber die Verteilung der Reflexe ist wenig typisch. Der stärkste Reflex ist eine enge Doppellinie: $\vartheta/2 = 17{,}1°$ und 17,6°, (502) und (004). Ihm folgt die fast gleichstarke Linie (600).

7. Der Heteromorphit liefert, besonders bei Material von Heteromorphitfedererzen, die schlechtesten Röntgendiagramme. Durch ein charakteristisches Filmbild wird jedoch die Identifizierung der verschiedenen Aufnahmen erleichtert. Die meisten Reflexe sind schwach bis sehr schwach. Aus ihnen hebt sich zu Anfang der sehr starke (004)-Reflex heraus. Typisch ist aber die sehr starke Linie $\vartheta/2 = 30{,}7°$, (425), der eine starke (040) vorausgeht, und der eine Doppellinie: $\vartheta/2 = 33{,}8°$ und 34,6°, (244) und (008) folgt.

7. Ergebnisse und Systematik der Bleispießglanze.

Wenn wir die bei der Auswertung der Röntgendiagramme gewonnenen Daten mit den bekannten kristallographischen Angaben vergleichen, so ist die Übereinstimmung befriedigend. Die zum Teil erheblichen Abweichungen der kristallographischen Achsenverhältnisse von den röntgenographischen sind ohne weiteres verständlich, wenn man bedenkt, an wie schlechtem Material — Endflächen sind z. B. bei diesen nadeligen Mineralien fast nie ausgebildet — die ersteren bestimmt wurden. Bei Abweichungen sind daher die röntgenographischen Angaben die richtigeren. Die theoretische Dichte der Mineralien ist im allgemeinen höher oder gleichhoch der höchsten gemessenen. In unserem Falle ist sie einige Male ein Mittelwert der experimentell bestimmten Zahlen. Auch hier muß man in Erwägung ziehen, daß das Material fast immer so inhomogen ist, daß schon die zweite Dezimale der gemessenen Werte erheblich schwanken muß. Diese Inhomogenität hat sich ja auch in den Analysen und der Unsicherheit der daraus berechneten Formeln unangenehm ausgewirkt. Die jetzt aufgestellten Formeln sind alle schon durch Analysen belegt und als Formelvorschlag veröffentlicht. Sie sind jetzt als gesichert und den Verhältnissen entsprechend zu betrachten.

Die Gitterperiode in Richtung der Nadelachse der rhombischen Bleispießglanze ist in allen Fällen identisch mit der Periode entlang der monoklinen *b*-Achsen. Um die strukturellen Analogien zu erhalten, müssen daher die rhombischen Mineralien kristallographisch so aufgestellt werden, daß die Nadelachse zur *b*-Achse wird. Auch der Geokronit muß jetzt als monoklines Mineral anders aufgestellt werden als früher. Dieselbe Gitterperiode von rund 4 Å besitzt der Antimonglanz und der Wismutglanz in Richtung der *c*-Achse. Um eine einheitliche kristallographische Aufstellung auf Grund der Strukturerkenntnisse zu erhalten, müssen auch diese beiden Mineralien derart umgestellt werden, daß die *c*-Achse zur *b*-Achse wird, d. h. die Nadelrichtung von links nach rechts läuft.

W. Hofmann hat in seinen Arbeiten (18) festgestellt, daß die 4-Å-Gitterkonstante beim Antimonglanz und beim Wolfsbergit durch Ketten *Sb—S—Sb* und *Cu—S—Cu* gebildet wird. Die starken Attraktionskräfte parallel diesen Ketten bedingen die gestreckte bis nadelige Ausbildung der Kristalle in dieser Richtung. Der gleichfalls nadelige Habitus der Bleispießglanze und das Auftreten der 4-Å-Gitterkonstante oder einesVielfachen davon bei allen Vertretern dieser Gruppe macht es sehr wahrscheinlich, daß den Strukturen der Bleispießglanze ein ähnlicher Bauplan zugrunde liegt.

Für den Zinckenit, der mit dem Wolfsbergit isotyp ist (die Bezeichnung isomorph sollte Kristallen vorbehalten bleiben, die neben analoger Struktur eine solche chemische Ähnlichkeit besitzen, daß beständige Mischkristalle existieren), ist das mit Sicherheit anzunehmen. Von ihm aus kann man aber weiterhin auf die anderen Strukturen schließen. Alle untersuchten Bleispießglanze haben außer der *b*-Gitterkonstanten auch die *c*-Gitterkonstante, allerdings mit etwas größeren Abweichungen, gemeinsam. Ordnet man nun die erste Gruppe (Zinckenit-Jamesonit) nach steigendem Molekulargewicht an, so bekommt man eine Reihe, bei der stets ein rhombisches und ein monoklines Mineral abwechselt, ähnlich wie bei der Einlagerungsstrukturgruppe Chondrodit-Humit usw. Vergrößert man nun die einzelnen Elementarzellen durch Verdoppeln derart, daß man eine Überzelle mit 8 Molekülen erhält, deren *b*- und *c*-Gitterkonstante gleich ist, so wachsen die *a'*-Übergitterkonstanten ebenfalls an. Zweifellos erfolgt der Einbau der neuen Gitterteile in dieser Richtung.

Auch die äußerlich dichten und derben Massen der Bleispießglanze (z. B. beim Jamesonit) erweisen sich unter dem Mikroskop meist als feinlamellar gebaut. Trotzdem ist bei der zweiten Gruppe (Plagionit—

	Name	Formel	Mol.-Gew.	System	a'	Δ
1.	Zinckenit	$1PbS \cdot 1Sb_2S_3$	579,00	rh.	12,29	
2.	Jamesonit	$2PbS \cdot 1Sb_2S_3$	818,27	mnkl.	16,16	3,87
3.	Meneghinit	$4PbS \cdot 1Sb_2S_3$	1296,81	rh.	23,40	7,24
4.	Geokronit	$5PbS \cdot 1Sb_2S_3$	1556,08	mnkl.	29,84	6,44
5.	Boulangerit	$5PbS \cdot 2Sb_2S_3$	1875,81	rh.	35,76	5,92

Semseyit) die Möglichkeit, taflige und kurzsäulige Kristalle zu bilden, vorhanden. Spencers morphotrope Reihe (12a) hat sich bestätigt; ob der Fülöppit als Glied dort anzuschließen ist, konnte noch nicht entschieden werden. Die Kristalle von Fülöppit und Plagionit, auch die bei Hintze abgebildeten von Heteromorphit, sind jedenfalls von ähnlichem Typus. Allerdings ist es fraglich, ob die letzteren nicht auch Plagionit waren.

Der Plumosit (Federerz) konnte als besonderes Mineral nicht nachgewiesen werden. Er dürfte aus der Liste der Mineralien zu streichen sein. Ich möchte »Federerz« nur als Habitusbezeichnung beibehalten, am besten nur in Zusammensetzung mit dem Mineral, das die ganz feinnadeligen, verfilzten Aggregate bildet: also Jamesonit-Federerz, Heteromorphit-Federerz usw.

Zum Schluß sei noch eine Übersicht über die bestimmten kristallographischen Daten gegeben.

	Name	Formel	Kristallsystem	β	Gitterkonstanten in Å			Z	D	% PbS
					a	b	c			
1.	Zinckenit	$PbSb_2S_4$	rhomb.	—	12,29	8,66	13,76	8	5,2	41,32
2.	Meneghinit	$Pb_4Sb_2S_7$	rhomb.	—	11,70	8,25	13,60	4	6,46	73,81
3.	Boulangerit	$Pb_5Sb_4S_{11}$	rhomb.	—	17,88	4,02	14,83	2	5,80	63,77
4.	Geokronit	$Pb_5Sb_2S_8$	mnkl.	58°26′	14,92	8,25	14,35	4	6,51	76,88
5.	Jamesonit	$Pb_2Sb_2S_5$	mnkl.	91°24′15″	16,16	8,60	13,75	8	5,7	58,48
6.	Plagionit	$Pb_9Sb_{14}S_{30}$	mnkl.	72°45′	18,44	16,84	13,52	3	5,5	47,52
7.	Heteromorphit	$Pb_{11}Sb_{12}S_{29}$	mnkl.	73°30′	11,93	8,31	14,18	1	5,68	56,35
8.	Semseyit[1])	$Pb_{21}Sb_{20}S_{51}$	mnkl.	74°14′					5,9	59,65
9.	Fülöppit[1])	$Pb_2Sb_6S_{11}$	mnkl.	85°15,5′					5,24	31,95

8. Zusammenfassung.

Von acht Mineralien der Bleispießglanzgruppe wurden Debye-Scherrer-Aufnahmen gemacht und die Diagramme indiziert und be-

1) Angaben aus der Literatur (17 u. 15).

schrieben, damit in Zukunft Pulveraufnahmen zur Bestimmung dieser außerordentlich ähnlichen Mineralien benutzt werden können.

Dabei wurde festgestellt: Zinckenit, Meneghinit und Boulangerit sind rhombisch. Geokronit, Jamesonit, Plagionit, Heteromorphit, Fülöppit und Semseyit sind monoklin.

Die Formeln, Gitterkonstanten und Achsenwinkel wurden bis auf die von Fülöppit und Semseyit bestimmt.

Plumosit oder Federerz ist kein besonderes Mineral, sondern eine Habitusbezeichnung.

Die Gitterkonstanten der Bleispießglanze lassen erkennen, daß nicht nur eine chemische, sondern auch eine strukturelle Verwandtschaft zwischen den Bleispießglanzen besteht.

Zum Schluß sei meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Ramdohr, mein Dank für die Anregung zu dieser Arbeit und seinen Rat, den er mir bei der Ausführung jederzeit gern zur Verfügung stellte, ausgesprochen.

Literaturangaben.

1. P. Ramdohr: Klockmann's Lehrbuch der Mineralogie, Stuttgart 1936.
2. H. Schneiderhöhn und P. Ramdohr: Lehrbuch der Erzmikroskopie, Berlin 1931.
3. P. Niggli: Lehrbuch der Mineralogie, Bd. II. Berlin 1926.
4. C. Doelter: Handbuch der Mineralchemie, Bd. IV 1, Dresden 1926.
5. C. Hintze: Handbuch der Mineralogie, Bd. I 1, Leipzig 1904.
6. C. F. Rammelsberg: Handbuch der Mineralchemie, 1860, 1875, 1886, 1895.
7. H. Mark: Die Verwendung der Röntgenstrahlen in Chemie und Technik, Leipzig 1926.
8. K. M. Hoffmann: Lexikon der anorganischen Verbindungen, I 2. Leipzig 1919.
9. W. Guertler und Schack: Das ternäre System Blei—Antimon—Schwefel. Metall und Erz 1923, S. 427.
10. E. H. Kraus und J. P. Goldsberry: Über die chemische Zusammensetzung des Buntkupfererzes und dessen Beziehung zu einer neuen Klassifikation der Sulfomineralien. N.J.B. 1914, S. 127—144.
11. H. Websky: Über Epiboulangerit, ein neues Erz. Ztsch. d. Deutsch. Geol. Gesellsch. 1869, S. 747.
12. L. J. Spencer: Note on "Feather-ore": identity of Domingite (= Warrenite) with Jamesonite. Mineral. Magazine **14** (1907) 207.

12a. L. J. Spencer: Plagionite, Heteromorphite and Semseyite as members of a natural group of minerals. Mineral. Magazine **12** (1899) 55.

13. W. T. Schaller: Die chemische Zusammensetzung von Jamesonit und Warrenit. Z. Kristallogr. **48** (1911) 562.
14. E. T. Wherry: The status of Keeyelite. American. Mineral. (1928) 29.
15. de Finály und Sándor Koch: Fülöppite, a new Hungarian mineral of the plagionite-semseyite group. Mineral. Magazine **22** (1929).

16. F. Zambonini: Contributi allo studio dei solfosali naturali. I. Il gruppo Plagionite. Revista di min. e crist. ital. **41** (1912) 38.
17. G. F. H. Smith: Semseyite from Dumfriesshire. Mineral. Magazine **18** (1919) 354.
18a. W. Hofmann: Strukturelle und morphologische Zusammenhänge bei Erzen vom Formeltyp ABC_2. I. Die Struktur von Wolfsbergit und Emplektit. Z. Kristallogr. **84** (1933) 177.
18b. — Die Struktur der Minerale der Antimongruppe. Z. Kristallogr. **86** (1933) 225.
18c. — Strukturelle und morphologische Zusammenhänge bei Erzen vom Formeltyp ABC_2. Fortschritte d. Min. **17** (1932) 44.
18d. — Beitrag zur Kenntnis der nadelförmigen Sulfosalze des Arsens, Antimons und Wismuts. Fortschritte d. Min. **18** (1933) 19.
19. G. d'Achiardi: Geokronit vom Val di Castello bei Pietrasanta (Toscana). Atti soc. Tosc. di Sc. Nat. Pisa (1900) 17. Referat: Z. Kristallogr. **35** (1902) 516.

Eingegangen am 8. Juli 1938.

Lebenslauf.

Als Sohn des Gymnasialdirektors Dr. Bruno Hiller und seiner Ehefrau Annemarie, geb. Richter wurde ich, Johannes-Erich Otto Wilhelm Hiller, am 14. November 1911 in Berlin-Zehlendorf geboren. Von Ostern 1917 an besuchte ich drei Jahre die Grundschulklassen der Mittelschule in Eilenburg (Bez. Halle) und ging Ostern 1920 in die Sexta des Realgymnasiums über. Von Michaelis 1923 bis ebenda 1924 war ich auf dem Collège latin in Vevey (Schweiz) und kam von dort vorübergehend auf das Gymnasium in Eisenach. Im Jahre 1926 zog mein Vater nach Kiel und ich besuchte von da ab das dortige staatliche Gymnasium, auf dem ich Ostern 1931 die Reifeprüfung bestand. In Kiel begann ich sodann mein Studium, das ich später in Zürich und Berlin fortsetzte, und das von Oktober 1935 bis Oktober 1936 durch Ableistung meines freiwilligen Wehrdienstes im Panzerregiment 5 unterbrochen wurde. Bei Herrn Professor Ramdohr studierte ich hauptsächlich Petrographie und Lagerstättenkunde, während ich mich vorher bei den Herren Professoren Niggli, Johnsen und Leonhardt mit Kristallographie und den allgemeinen Grundlagen beschäftigt hatte. Vertiefung und Erweiterung erfuhr mein Studium durch Vorlesungen, die ich bei den Herren Professoren Seifert, Belowsky, Burri und Menzer hörte.